

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 40 061 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 04 B 1/20**

②1 Aktenzeichen: P 43 40 061.2  
②2 Anmeldetag: 24. 11. 93  
④3 Offenlegungstag: 1. 6. 95

DE 43 40 061 A 1

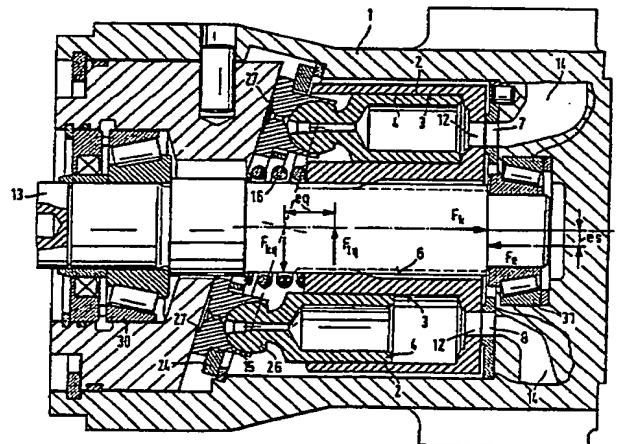
⑦1 Anmelder:  
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

⑦2 Erfinder:  
Bergmann, Martin, Dipl.-Ing. (FH), 63768 Hösbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauart

⑤7 Es wird eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise in verschiedenen Ausführungsformen gezeigt, deren Bauraum infolge erfindungsgemäßer Maßnahmen erheblich reduziert werden konnte. Hierbei wurde die Querkraft-Abstützung (6) im wesentlichen innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel (2) angeordnet und ein asymmetrisches Druckfeld mittels Durchbrüchen (7, 8, 9) im gehäusesfesten Steuerboden (5) erzeugt.



DE 43 40 061 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 022/127

7/29

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise mit einer rotierenden Zylindertrommel im Inneren eines Gehäuses, die eine Mehrzahl von Zylindern mit darin längsverschieblichen Kolben auf einem konzentrisch zur Drehachse angeordneten Teilkreis aufweist und gegen einen gehäusefesten Steuerboden anliegt, wobei die Kolben mit einer schräg zur Drehachse positionierbaren Wirkfläche in Eingriff stehen, und die Zylinderbohrungen mit Verbindungsöffnungen zu Steuerkanälen im Steuerboden versehen sind.

Derartige Axialkolbenmaschinen sind im Stand der Technik bekannt und finden insbesondere bei hydrostatischen Antrieben mit Hochdruckpumpen und -motoren Verwendung. Diese Axialkolbenmaschinen können mit konstantem oder veränderlichem Fördervolumen ausgebildet sein. Die vorliegende Erfindung bezieht sich vorzugsweise auf Einheiten mit konstantem Förder- oder Schluckvolumen, sie ist aber auch auf Axialkolben-einheiten mit veränderlichem Volumen anwendbar. Die rotierende Zylindertrommel stützt sich gegen eine gehäusefeste Steuerfläche ab. Die Steuerfläche weist nierenförmige, zueinander symmetrisch liegende Steuerkanäle oder Durchbrüche auf, die eine Verbindung zwischen den Ansaug- bzw. Druckkanälen und den Bohrungen der Kolben in der Zylindertrommel herstellen. Der Spalt ist nötig, damit sich ein hydrostatischer Schmierfilm zwischen den Stegen der Steuerfläche und denen der Zylindertrommel bilden kann, der die Reibung der rotierenden Zylindertrommel herabsetzt und einen störungsfreien und leichtgängigen Lauf der Maschine ermöglicht. Um diesen Spalt möglichst gering zu halten, um damit auch die Leckrate zu reduzieren, wird die Zylindertrommel von einerseits einer Druckfeder gegen die Steuerfläche gedrückt und andererseits dadurch druckbeaufschlagt, daß eine Verbindung zwischen den Zylinderbohrungen und den Steuerkanälen durch Öffnungen hergestellt wird, deren Durchmesser jeweils kleiner ist als der Durchmesser der Zylinderbohrungen. Durch die letztgenannte Maßnahme wird die Zylindertrommel infolge des Flüssigkeitsdrucks in der Zylinderbohrung gegen die Steuerfläche gepreßt, wobei der Anpreßdruck proportional zur Belastung der Maschine ist.

Die entlastende Druckfläche am Steuerboden ist so gestaltet, daß die Resultierende der anpressenden Kolbenkraft ( $F_k$ ) und die Resultierende der entlastenden Druckkräfte am Steuerboden ( $F_e$ ) auf einer Linie liegen. Um kein Lecköl vergrößerndes Abkippmoment zu erhalten, muß die resultierende Kolbenquerkraft ( $F_{kq}$ ) am Schnittpunkt der Ebene durch die Gleitschuhgelenke mit der Triebwerksachse abgestützt werden. Konstruktiv wird dieses Problem durch einen axial aus der Zylindertrommel herausgezogenen Hals zur Wellenabstützung oder durch Herausziehen über die Gleitschuhe bei einer Außenlagerung gelöst.

Diese erstgenannte Bauart einer Axialkolbenmaschine stützt die Kolbenquerkräfte über den oben erwähnten herausgezogenen Zylinderblockhals, der eine Innenverzahnung aufweist, auf die Antriebswelle ab und hat den Nachteil, daß der herausgezogene Zylinderblockhals den Bauraum des Triebwerkes von innen heraus vergrößert. Ferner ist die Festigkeit des Halses wegen der geforderten geringen Wandstärke und dem großen Durchmessersprung zum eigentlichen Zylinderblock kritisch, da hier an der Übergangsstelle eine Kerbwirkung auftritt.

Ein mögliches Herausziehen des Zylinderblocks über die Gleitschuhe bei Außenlagerung bewirkt eine starke unerwünschte Zunahme des Bauraums und ist außerdem in der Herstellung zu aufwendig.

Es ist daher wünschenswert, eine konstruktive Lösung zu finden, bei der der vorgezogene Hals entfällt oder kürzer ausgeführt werden kann und der konzentrisch zur Drehachse liegende Teilkreis im Durchmesser reduziert wird, so daß damit der gesamte Bauraum reduziert wird, und zusätzlich sollte mehr Raum für die Elemente der Gleitschuh-Anpressung und Abkippsicherung geschaffen werden.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Axialkolbenmaschine auf wirtschaftliche Weise so zu konstruieren, daß sich eine kompakte Bauweise der Axialkolbenmaschine ergibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Querkraft-Abstützung im wesentlichen innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel angeordnet ist und der gehäusefeste Steuerboden im Gehäuse Durchbrüche aufweist, die ein asymmetrisches Druckfeld aufbauen.

Der Vorteil dieser Erfindung liegt darin, daß durch die Verlagerung der Querkraft-Abstützung in das Innere der Zylindertrommel, genauer gesagt, in den Bereich der axialen Erstreckung der Zylindertrommel, die Länge und der Durchmesser der Zylindertrommel bzw. die Länge der gesamten Axialkolbenmaschine verringert werden kann, weil der Zylinderblockhals bzw. der herausgezogene Kragen entfällt.

Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird hierbei vorgeschlagen, daß die Querkraftabstützung und Drehmomentübertragung innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel durch eine achsparallele Verzahnung auf der Antriebswelle erfolgt.

Ferner wirkt es sich auf den Bauraum der Axialkolbenmaschine gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft aus, wenn bei Axialkolbenmaschinen mit Außenlagerung der Zylindertrommel die Querkraftabstützung innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel durch eine Lagerung der Zylindertrommel auf dem Außendurchmesser der Zylindertrommel erfolgt und die Drehmomentübertragung innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel durch eine achsparallele Verzahnung auf der Antriebswelle. Hierdurch entfällt der zur Lagerung sonst übliche hohe Kragen am Zylinderblock. Da bei Außenlagerung über die Verzahnung innerhalb der Zylindertrommel lediglich die Drehmomentübertragung von der Antriebswelle auf die Zylindertrommel erfolgt, kann die Welle im Durchmesser reduziert werden, wodurch der Teilkreis eingezogen werden kann und somit ebenfalls den Bauraum verringert.

Als äußerst vorteilhaft erweist es sich, die Nieren und Stege des gehäusefesten Steuerbodens asymmetrisch in Bezug auf die Spiegelungsachse eines willkürlich gewählten Koordinatensystems auszubilden, so daß die Summe der an der Zylindertrommel angreifenden Drehmomente um die X-Achse ungefähr Null ist. Durch die erfindungsgemäße asymmetrische Ausgestaltung der Steuernieren wird das hydrostatische Druckfeld so gestaltet, daß ein dem abkippenden Moment entgegengerichtetes Moment an der X-Achse der Zylindertrommel entsteht. Der Schwerpunkt der Summe der Druckkräfte in den Nieren und den Dichtstegen ( $F_e$ ) liegt jetzt leicht verschoben, so daß sich ein Abstand ( $es$ ) zur Resultierenden der Kolbenkräfte ( $F_k$ ) ergibt.

Neben der Möglichkeit, das asymmetrische Druckfeld am Steuerboden durch verschiedene große Drucknieren zu bilden, erweist es sich als zweckmäßig, das asymmetrische Druckfeld dadurch zu bilden, daß die Drucknieren verschiedene radiale Abstände von der Triebwerksmitte aufweisen. Darüber hinaus ist es auch möglich, hierfür mindestens eine vom Hochdruck beaufschlagte Zusatzfläche vorzusehen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand mehrerer, in den schematischen Figuren dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1a eine Axialkolbenmaschine des Standes der Technik im Querschnitt mit einer innengelagerten Zylindertrommel;

Fig. 1b eine Draufsicht auf den Steuerboden der Axialkolbenmaschine nach Fig. 1;

Fig. 2 eine Axialkolbenmaschine des Standes der Technik im Querschnitt mit einer außengelagerten Zylindertrommel;

Fig. 3a eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine im Querschnitt mit einer innengelagerten Zylindertrommel;

Fig. 3b eine Draufsicht auf den Steuerboden der Axialkolbenmaschine nach Fig. 3a mit den erfindungsgemäßen asymmetrischen Nieren;

Fig. 4a eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine im Querschnitt mit einer außengelagerten Zylindertrommel;

Fig. 4b eine Draufsicht auf den Steuerboden der Axialkolbenmaschine nach Fig. 4a mit den erfindungsgemäßen asymmetrischen Nieren.

In Fig. 1a wird eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise des Standes der Technik gezeigt, deren Triebwerk in einem Gehäuse 1 untergebracht ist. Eine rotierende Zylindertrommel 2 weist axial eine Bohrung auf, an deren Wandung achsparallele Stege einer Verzahnung 6 mit einer Antriebswelle 13 angebracht sind. In der Zylindertrommel 2 befindet sich eine Vielzahl von Zylinderbohrungen 3, in denen sich längsverschieblich jeweils ein Kolben 4 hin- und herbewegt. Die Anzahl der Bohrungen bzw. Zylinder ist vom gewünschten Fördervolumen pro Umdrehung abhängig und richtet sich somit nach den Anforderungen an die Axialkolbenmaschine. Die Zylindertrommel 2 liegt mit ihrer Stirnseite gegen eine gehäusefeste Steuerfläche 5 an. Die Zylinderbohrungen 3 sind konzentrisch zur Drehachse der Zylindertrommel 2 angeordnet. Die längsverschieblichen Kolben 4 stehen mit einer Schrägscheibe 11 über einen Gleitschuh 15 in Wirkverbindung. Bei Drehung der Antriebswelle 13 wird wegen der Schrägstellung der Schrägscheibe 11 ein Kolbenhub der Kolben 4 hervorgerufen. Die Zylinderbohrungen 3 stehen bei einer bestimmten Stellung der Zylindertrommel 2 mittels der Nieren 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c in dem Steuerboden 5 mit den Saug- bzw. Druckkanälen (14) in Verbindung. Dadurch, daß die Zylinderbohrungen 3 größer sind als die Verbindungsöffnungen 12, wird bei einem belastungsabhängigen Druck in den Zylinderbohrungen 3 die Zylindertrommel 2 gegen den Steuerboden 5 gepreßt. Der so erzeugten axialen (resultierenden) Kolbenkraft  $F_k$  ist eine hydrostatische Entlastungskraft  $F_e$ , die, wie bekannt, zwischen der Stirnfläche der Zylindertrommel 2 und dem Steuerboden 5 wirkt, entgegengerichtet. Wie bereits eingangs erwähnt, sind die entlastenden Druckflächen am Steuerboden (d. h. die Flächen zwischen den Nieren) so gestaltet, daß die Resultierende der anpressenden Kolbenkraft  $F_k$  und die Re-

sultierende der entlastenden Druckkräfte am Steuerboden  $F_e$  auf einer Linie liegen. Die resultierende Kolbenquerkraft  $F_{kq}$  ist am Schnittpunkt der Ebene der Gleitschuhgelenke mit der Mittellinie der Antriebswelle 13 abgestützt, was bei dieser Axialkolbenmaschine des Standes der Technik durch einen aus der Zylindertrommel 2 herausgezogenen Hals 2a zur Antriebswelle hin erfolgt. Um auch im drucklosen Zustand der Schrägscheibenmaschine und bei geringem Druck bereits eine gewisse Anpressung der Zylindertrommel 2 an den Steuerboden 5 zu bewirken, ist eine Feder-Scheiben-Ring-Kombination 16, 17, 18 vorgesehen, wobei sich die Feder 16 einerseits auf der Antriebswelle 13 abstützt und andererseits gegen die Scheibe 17, die durch den Ring 18 gesichert ist.

Die Kolben 4 weisen am unteren Ende kugelförmige Endteile 26 auf, die in entsprechenden Ausnehmungen in den Gleitschuhen 15 gelagert sind. Die Gleitschuhe 15 werden von einem Niederhalter 24 auf die Gleitfläche 11 durch den Druck einer kugelförmigen Rückstellung 23 gepreßt. Die Rückstellung erfährt infolge der Spannkraft der Feder 16 ihre in dieser Figur nach unten gerichtete Kraft. Die Gleitschuhe 15 und die Endteile 26 der Kolben 4 sind von Bohrungen durchsetzt und versorgen die Drucktaschen 27 der Gleitschuhe 15 mit Druckmittel zur Schmierung der Gleitflächen der Gleitschuhe 15.

Die Zylindertrommel 2 ist innengelagert, d. h. sie ist auf der Antriebswelle 13 abgestützt, die mittels zweier Wälzlager 30, 31 im Gehäuse 1 drehbar ist.

In Fig. 2 ist eine Axialkolbenmaschine des Standes der Technik dargestellt, bei der die Zylindertrommel 2 außengelagert ist. Dabei ist die Zylindertrommel 2 mit einem Kragen 2b über die Gleitschuhe 15 axial herausgezogen und zwischen der sich ergebenden Außenumfangsfläche und der Innenseite des Gehäuses ein Wälzlager 32 angeordnet. Auch bei dieser Konstruktion liegen die Resultierende der anpressenden Kolbenkraft  $F_k$  und die Resultierende der entlastenden Druckkräfte am Steuerboden  $F_e$  auf einer Linie. Die resultierende Kolbenquerkraft  $F_{kq}$  ist im Bereich des Kragens 2b abgestützt.

In den Fig. 3a und 3b ist eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine dargestellt. Hierbei erfolgt die Abstützung allerdings nicht wie aus dem Stand der Technik bekannt außerhalb der Axialerstreckung der eigentlichen Zylindertrommel 2 im Schnittpunkt der Ebene der Gleitschuhgelenke mit Hilfe eines herausgezogenen Halses 2a sondern innerhalb der Axialerstreckung der Zylindertrommel 2 auf der Antriebswelle 13, die an zwei Stellen mit Hilfe von Rollslagern 30, 31 am in Fig. 3a unteren und oberen Ende gelagert ist.

Im Normalfall müßte die Kolbenquerkraft  $F_{kq}$  mit der Lage der Abstützkraft  $F_{lq}$  übereinstimmen. Durch die erfindungsgemäße Lagerungsart der Zylindertrommel 2 innerhalb der Axialerstreckung der Zylindertrommel 2 verschiebt sich jedoch die Abstützkraft, so daß sich zwischen der Kolbenquerkraft  $F_{kq}$  und der Lagerkraft  $F_{lq}$  im Abstand  $e_q \neq 0$  ergibt. Diese Verschiebung bewirkt ein Kippmoment. Um dieses Kippmoment auszugleichen sind erfindungsgemäß die Nieren 7, 8 bzw. die Stege 25 in dem Steuerboden 5 asymmetrisch gestaltet, um auf die Zylindertrommel 2 ein Kompensationsmoment auszuüben. Daher fallen auch die resultierenden Kolbenkräfte  $F_k$  und Entlastungskräfte  $F_e$  nicht mehr zusammen (es ergibt sich ein Abstand  $e_s$ ), so daß eine Verschiebung der Druckkräfte in Y-Richtung im gewählten Koordinatensystem erfolgt (siehe Fig. 3b).

Spiegelt man die Drucknieren in Fig. 3b um die Y-Achse, so können alle Anwendungsfälle eines Motors und einer Pumpe im offenen und geschlossenen Kreis realisiert werden.

In den Fig. 4a und 4b ist eine erfindungsgemäße Variante der Axialkolbenmaschine dargestellt, bei der die Zylindertrommel 2 am Außendurchmesser innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel 2 abgestützt ist. Auch bei dieser Konstruktion ergibt sich eine Verschiebung der Kräfte  $F_k$  und  $F_e$ .

#### Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise mit einer rotierenden Zylindertrommel (2) im Innern eines Gehäuses (1), die eine Mehrzahl von Zylindern (3) mit darin längsverschieblichen Kolben (4) auf einem konzentrisch zur Drehachse angeordneten Teilkreis aufweist und gegen einen gehäusefesten Steuerboden (5) anliegt, wobei die Kolben (4) mit einer schräg zur Drehachse positionierbaren Wirkfläche in Eingriff stehen und die Zylinderbohrungen mit Verbindungsöffnungen zu Steuerkanälen im Steuerboden (5) versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Querkraft-Abstützung (6) im wesentlichen innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel (2) angeordnet ist; und
- der gehäusefeste Steuerboden (5) im Gehäuse (1) Durchbrüche (7, 8, 9) aufweist, die ein asymmetrisches Druckfeld aufbauen.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Querkraftabstützung und Drehmomentübertragung (6) innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel (2) durch eine achsparallele Verzahnung auf der Antriebswelle (13) erfolgt.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Querkraftabstützung innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel (2) durch eine Lagerung der Zylindertrommel (2) auf dem Außendurchmesser der Zylindertrommel (2) erfolgt und die Drehmomentübertragung innerhalb der axialen Erstreckung der Zylindertrommel (2) durch eine achsparallele Verzahnung auf der Antriebswelle (13).

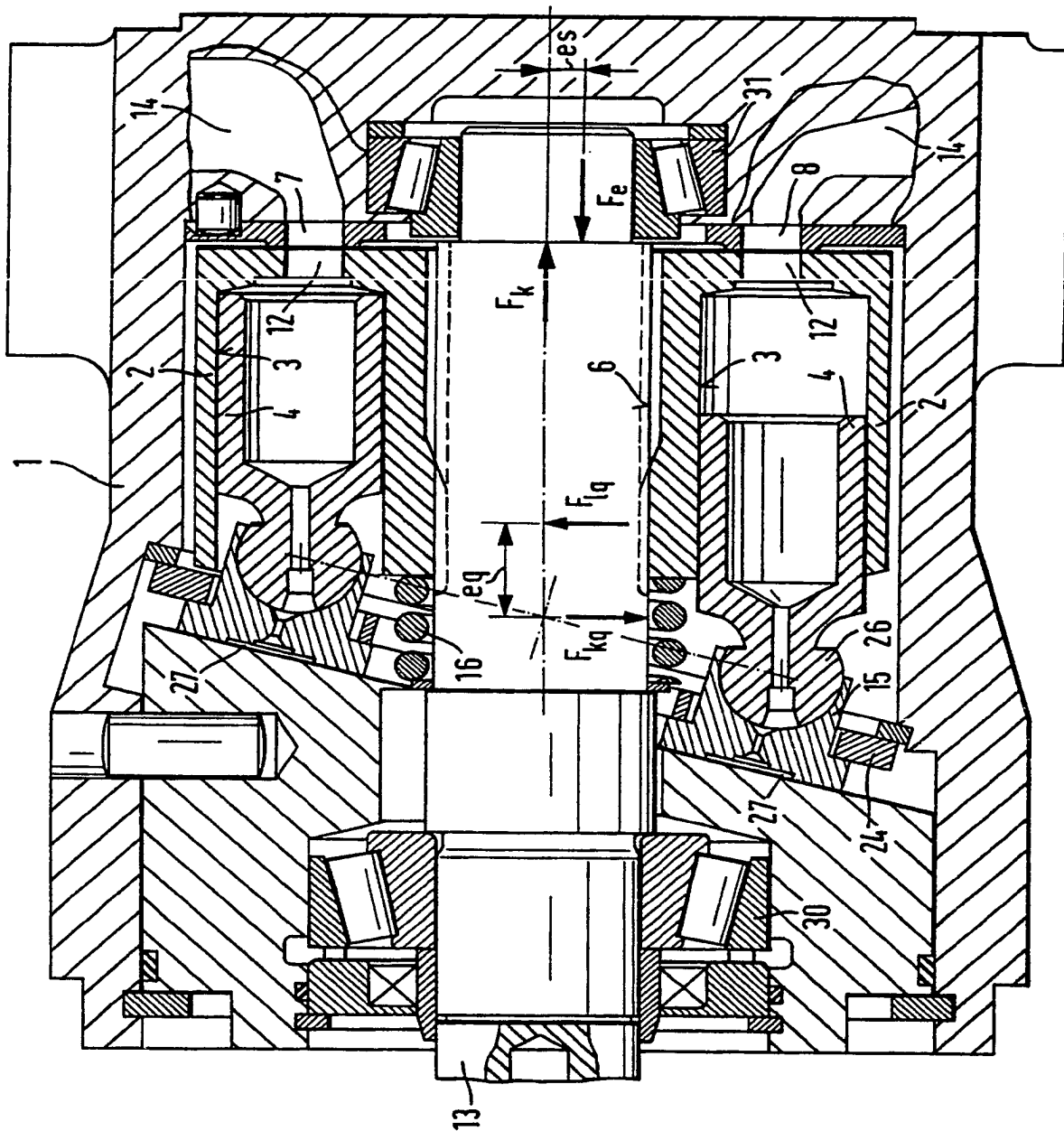
4. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Nieren (7, 8, 9) und Stege (25) des gehäusefesten Steuerbodens (5) asymmetrisch in bezug auf die Spiegelungsachse (X) eines willkürlich gewählten Koordinatensystems ausgebildet sind, so daß die Summe der an der Zylindertrommel (2) angreifenden Drehmomente um die X-Achse ungefähr Null ist.

5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das asymmetrische Druckfeld dadurch gebildet wird, daß die Drucknieren (7, 8, 9) verschiedene radiale Abstände von der Triebwerksmitte aufweisen.

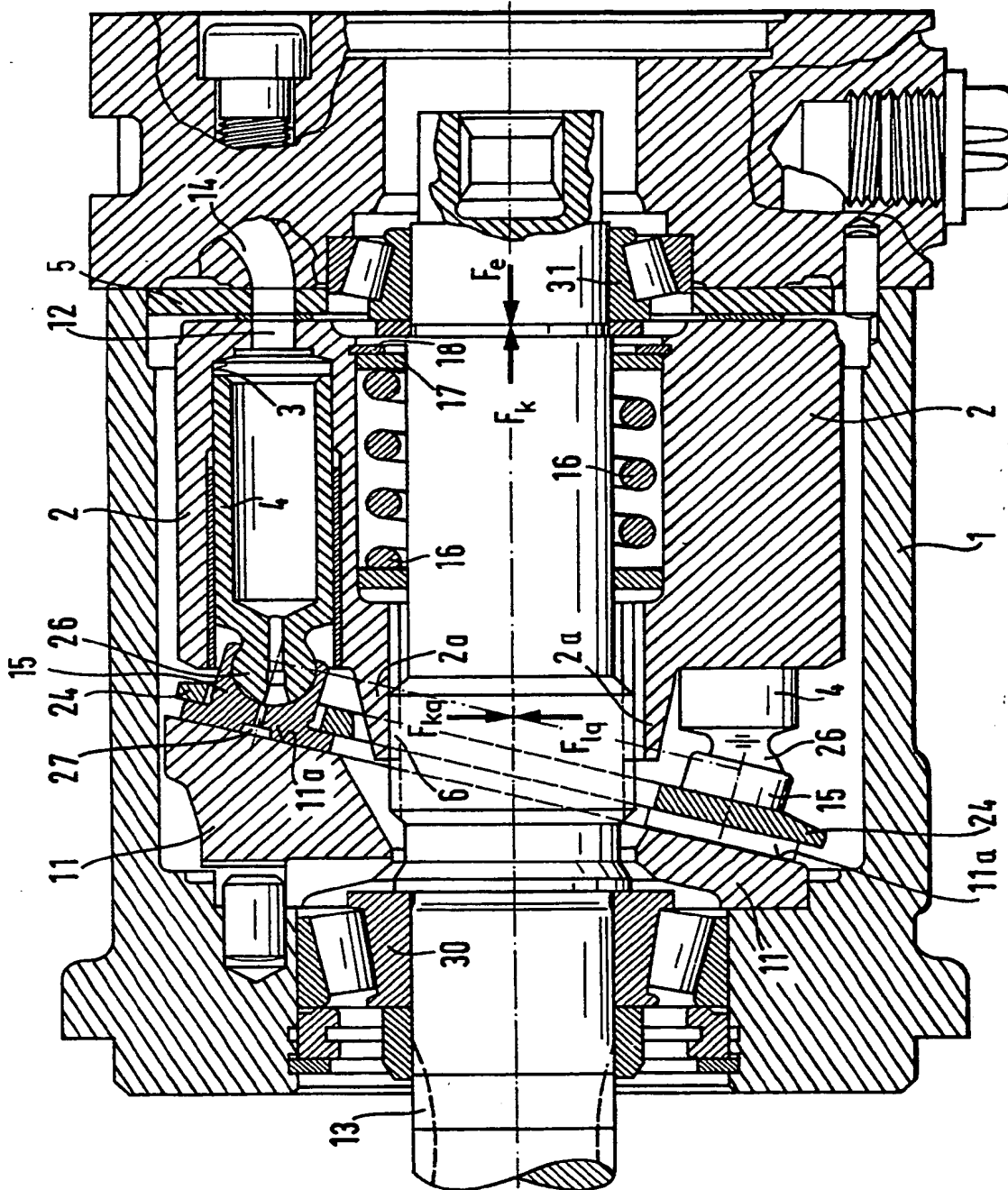
6. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das asymmetrische Druckfeld durch mindestens eine vom Hochdruck beaufschlagte Zusatzfläche an der Drucknieren gebildet ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

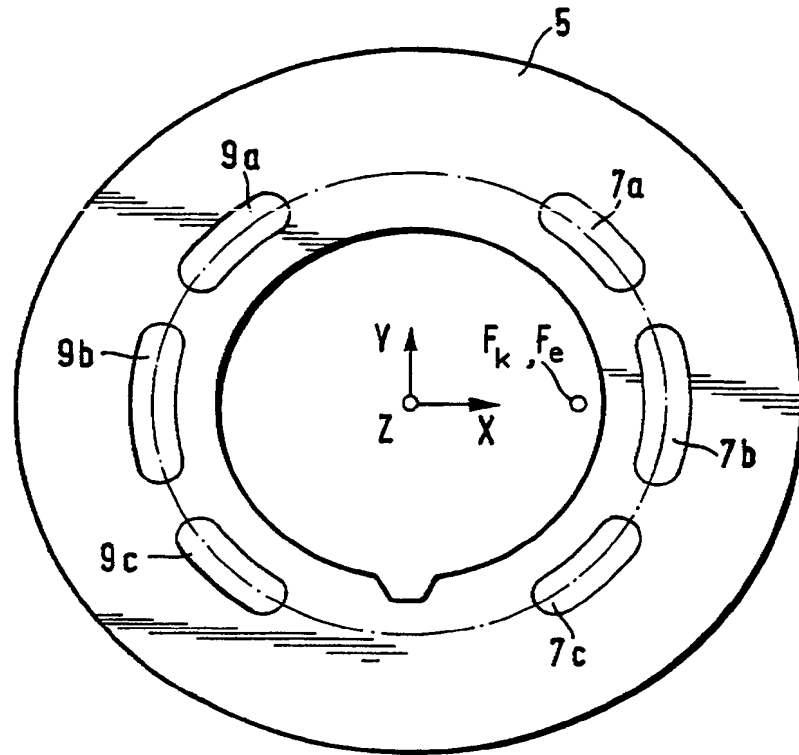
- Leerseite -



**Fig. 3a**



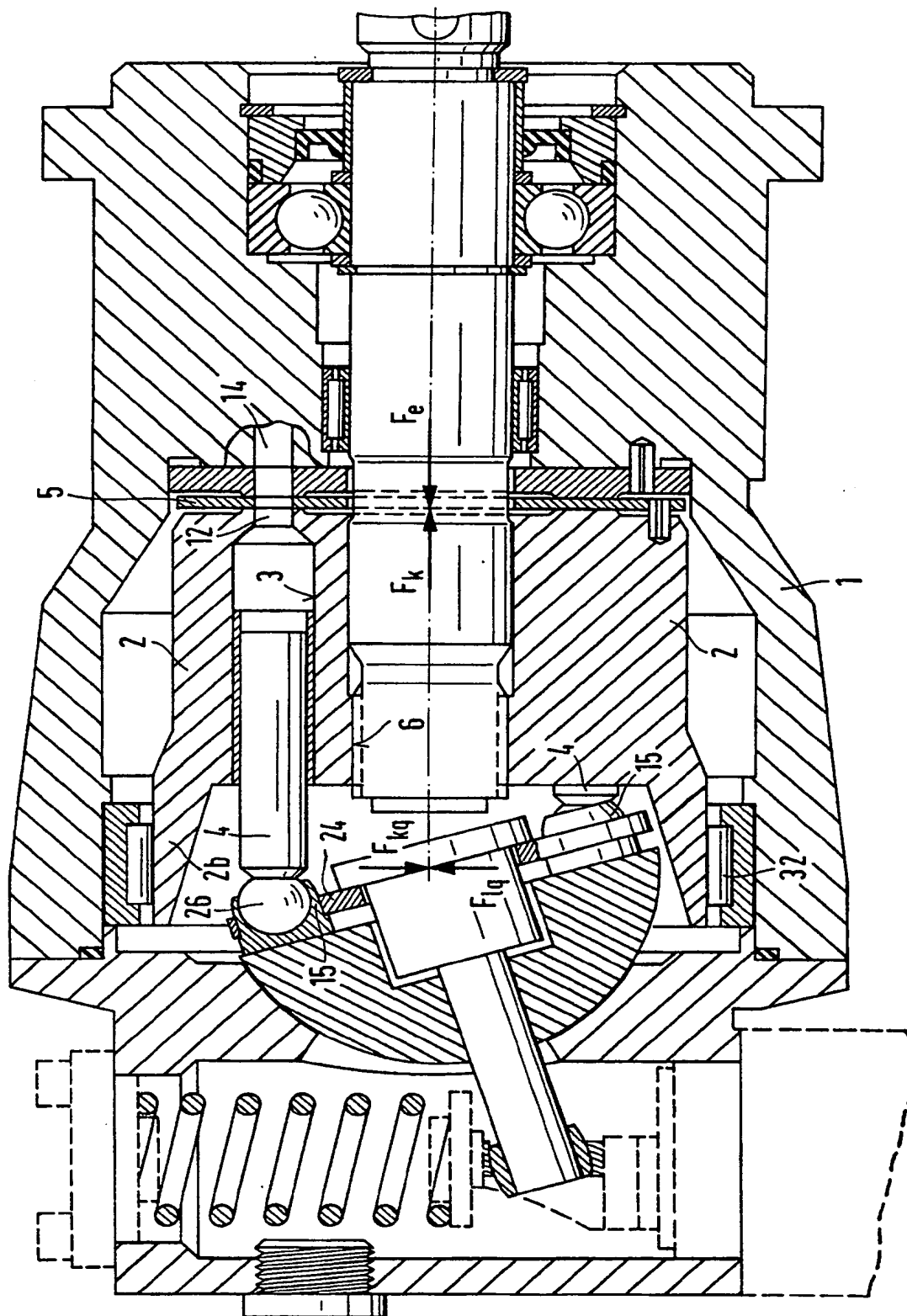
**Fig. 1a**

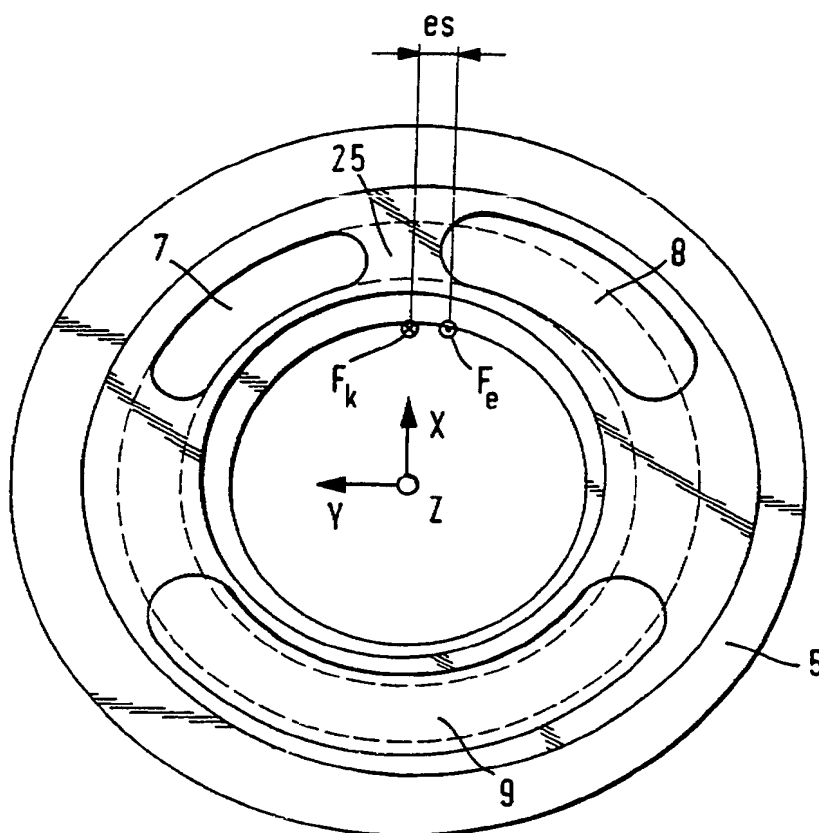


**Fig. 1b**

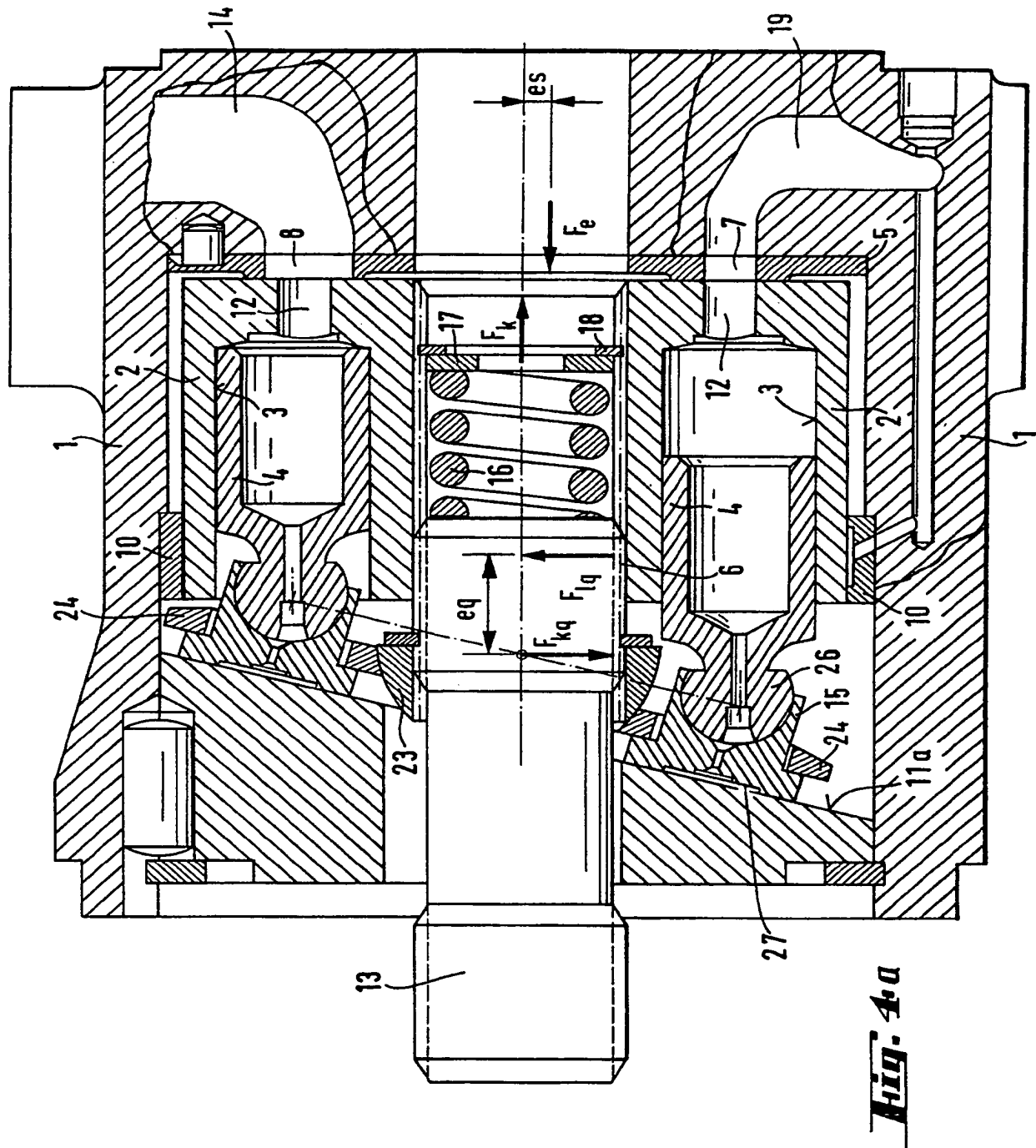


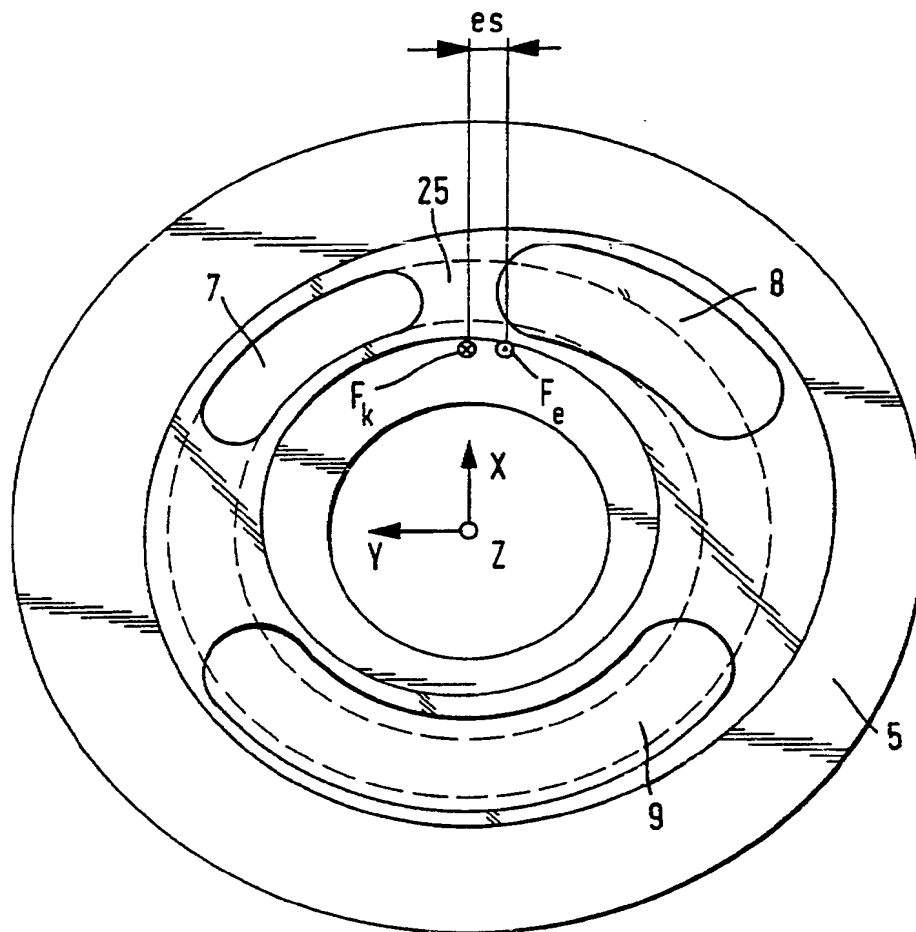
**Fig. 2**





**Fig. 3b**





**Fig. 4b**